



**Les formations volcano-sédimentaires pléistocènes du  
Bassin de Venosa (Basilicata, Italia): cadre  
stratigraphique et géochronologique des gisements de  
Venosa Loreto et Notarchirico**

David Lefevre, Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, Marcello Piperno

► **To cite this version:**

David Lefevre, Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, Marcello Piperno. Les formations volcano-sédimentaires pléistocènes du Bassin de Venosa (Basilicata, Italia): cadre stratigraphique et géochronologique des gisements de Venosa Loreto et Notarchirico. Hommes et volcans : de l'éruption à l'objet, XIVth Congress UISPP, Liège, ss la dir de RAYNAL J.P., ALBORE-LIVADIE C., PIPERNO M., Les Dossiers de l'Archéologie n 2, 2002, Goudet, France. Archéo-Logis/CDERAD, pp.67-76, 2002. <halshs-00004049>

**HAL Id: halshs-00004049**

**<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00004049>**

Submitted on 8 Jul 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# **HOMMES ET VOLCANS**

## **HUMANS AND VOLCANOES**

**De l'éruption à l'objet**

**From the eruption to the artefact**

Édité par J.-P. Raynal, C. Albore-Livadie, M. Piperno

**Actes du symposium 15.2** organisé par la Commission 31  
de l'Union des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques  
dans le cadre du XIV<sup>e</sup> Congrès, UISPP, Université de Liège,  
Belgique, 2-8 septembre 2001

édité avec le concours du Conseil Général de Haute-Loire

**les dossiers de l'Archéo-Logis n° 2**  
Goudet, Archéo-Logis/CDERAD ed., ISBN 2-9517138-2-7

## Volcanisme et premiers peuplements en Italie méridionale : l'exemple de Notarchirico (Vénosa, Italie)

*Vulcanism and first settlements in Southern Italy: the exemple of the site of Notarchirico*

David LEFEVRE <sup>(1)</sup>, Jean-Paul RAYNAL <sup>(2)</sup>, Gérard VERNET <sup>(3)</sup>, Marcello PIPERNO <sup>(4)</sup>

**Résumé :** la position stratigraphique et chronologique des gisements paléolithiques de Loreto et Notarchirico a été révisée par la mise en œuvre d'une démarche litho-téphrostratigraphique appliquée à l'ensemble des dépôts du bassin de Venosa mis en corrélation avec l'évolution volcanologique de l'appareil éruptif du Monte Vulture. Le Téphra de Notarchirico, daté vers 640 Ka, est un géomarqueur de première importance des premiers peuplements d'Italie méridionale. L'importance du volcanisme et la variété des faciès éruptifs a autorisé une relecture des différents affleurements et des sites archéologiques et permet de poser la question de l'impact des phénomènes éruptifs sur les environnements naturels et les comportements adaptatifs des groupes humains aux stress occasionnés par les éruptions volcaniques.

**Mots-clés :** Téphrostratigraphie, Téphra de Notarchirico, Paléolithique inférieur, Acheuléen, Pléistocène moyen, Loreto, Notarchirico, Venosa, Italie.

**Abstract :** The stratigraphical position of palaeolithic sites of Loreto and Notarchirico has been revised using a litho-tephrostratigraphic approach applied to all the deposits of the Venosa basin including correlations with the activity of Monte Vulture volcano. The Notarchirico Tephra is a good geomarker for the first settlements of Southern Italy. A reappraisal of classic outcrops and prehistoric sites and the correlations established with the diverse eruptive facies allows to consider the impact of volcanic activity on the environments and on the adaptive behaviour of human groups facing the stress of eruptions.

**Keywords :** Tephrostratigraphy, Notarchirico Tephra, Lower Palaeolithic, Acheulian, Middle Pleistocene, Loreto, Notarchirico, Venosa, Italy.

La région de Venosa (Basilicata, Italie) (Figure 1) est connue depuis le XIXe siècle pour la richesse de ses gisements préhistoriques et paléontologiques du Pléistocène moyen. Les fouilles entreprises dès le début du XXe siècle se sont concentrées à partir de 1932 sur le gisement de Loreto (Blanc, 1953 ; Chiappella, 1964 ; Barral, Simone, 1984) et, depuis de 1979, sur le gisement de Notarchirico, distant de moins d'un kilomètre (Piperno, Segre, 1982 ; Piperno *et al.*, 1998, 1999 ; Piperno, 1999).

Malgré cette proximité, la position stratigraphique respective des deux gisements n'avait pu être établie avec certitude. Cette question en suspens ne pouvait espérer trouver de réponse satisfaisante sans l'intégration des dépôts observés dans une lithostratigraphie régionale qui impliquait un (ré)examen global de l'ensemble des dépôts du Bassin de Venosa.

Le Bassin de Venosa est une paléo-vallée incisée dans les dépôts plio-pléistocènes de l'avant-fosse adriatique au cours du Pléistocène inférieur. À partir de la fin du Pléistocène inférieur, la région est affectée de façon répétitive par les manifestations éruptives du volcanisme local du Monte Vulture et de manière plus sporadique par des apports de téphras exotiques, témoins d'éruptions plus lointaines de grande ampleur.

Le remplissage du bassin est constitué de trois unités lithostratigraphiques (Lefèvre *et al.*, 1994, 1999, 2001) mises en corrélation avec les unités volcano-stratigraphiques identifiées sur l'appareil éruptif du Monte Vulture (La Volpe & Prin-

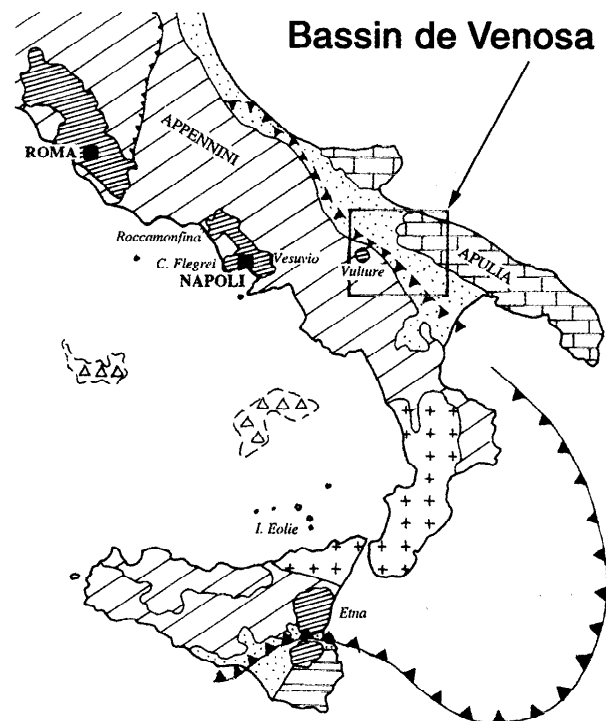


Figure 1 : carte de situation

<sup>(1)</sup> Université Paul Valéry Montpellier III, Département de Géographie, Route de Mende, BP 5043, F-34032, Montpellier cedex 1, et GDR 1122 CNRS

<sup>(2)</sup> Université de Bordeaux 1, IGPO, UMR 5808 CNRS, Avenue des Facultés, F- 33405 TALENCE, et GDR 1122 CNRS.

<sup>(3)</sup> 7 rue du Mont Mouchet, F-63320 Chadeleuf (France), INRAP, UMR 6042 et GDR 1122 CNRS.

<sup>(4)</sup> Università di Roma La Sapienza, Dip. Scienze Storiche, Archeologiche e Antropologiche dell'Antichità, Piazzale A. Moro, Roma, Italia.

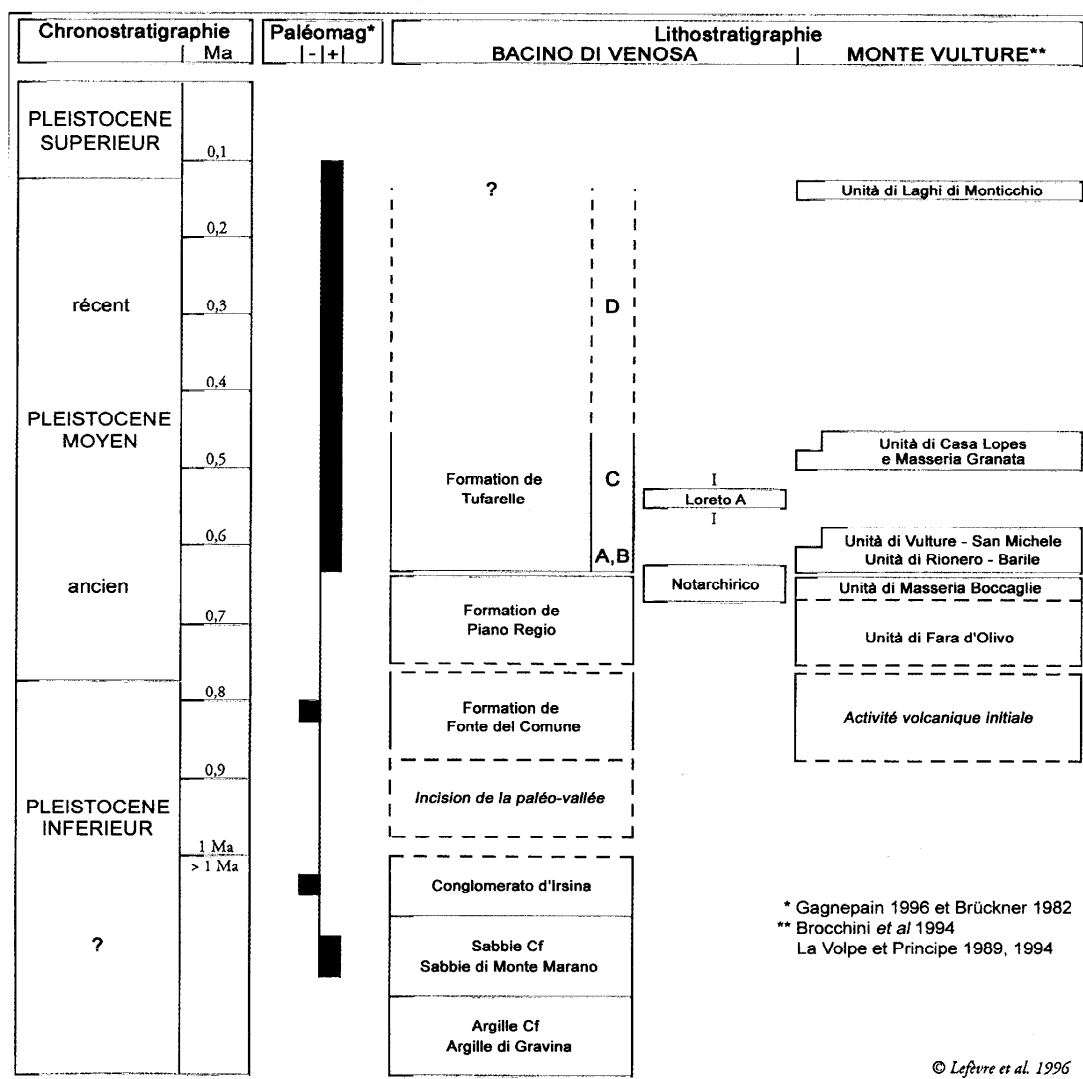


Figure 2

cipe, 1989, 1994 ; Brocchini *et al.*, 1994) (Figure 2). La plus ancienne des unités, la Formation de Fonte del Comune, de polarité magnétique inverse, est contemporaine des phases initiales de l'activité volcanique et d'âge Pléistocène inférieur terminal. Elle est surmontée de deux unités volcano-sédimentaires emboîtées, les Formations de Piano Regio et de Tufarelle, contemporaines des phases majeures de l'activité volcanique du Vulture, d'âge Pléistocène moyen ancien.

Dans ce contexte marqué par l'importance du volcanisme et la diversité des faciès éruptifs, la position stratigraphique relative des deux gisements de Notarchirico et de Loreto et la détermination de leur âge ont été établies et discutées par une démarche litho-téphrostratigraphique. La caractérisation des dynamiques éruptives et la prise en compte des modifications environnementales induites conduisent à une réflexion sur la signification des occupations humaines et la variabilité des assemblages lithiques.

## 1- Téphrostratigraphie et âge des gisements

En absence d'études détaillées autorisant des corrélations stratigraphiques, l'âge des dépôts du site de Notarchirico avait

été discuté par comparaison avec les données du gisement voisin de Loreto. Sur la base des caractères des assemblages lithiques et de l'association faunique d'âge Pléistocène moyen ancien du niveau A du site de Loreto, il était admis que ce gisement était le plus ancien (Barral, Simone, 1984; Segre et Piperno, 1984). Cette opinion était confortée par une première approche paléomagnétique, une étude sédimentologique détaillée (Baissas, 1980) et par les premières datations obtenues sur le site de Notarchirico (Piperno *et al.*, 1990 ; Belli *et al.*, 1991). Elle reposait également sur une interprétation du remplissage du bassin, considéré depuis De Lorenzo (1898.), et jusqu'à très récemment encore, comme un simple empilement de strates avec intercalations de produits volcaniques (Picaretta, Ricchetti, 1970 ; Segre, 1978 ; Barral, Simone, 1983 ; Bonadonna *et al.*, 1993).

### 1.1- Le site de Notarchirico

#### 1.1.1- Les dépôts reconnus sous le gisement de Notarchirico

Les dépôts contenant les niveaux fossilifères et les témoignages d'occupations humaines mis au jour depuis 1979 par les fouilles de Notarchirico représentent la partie sommitale d'une série

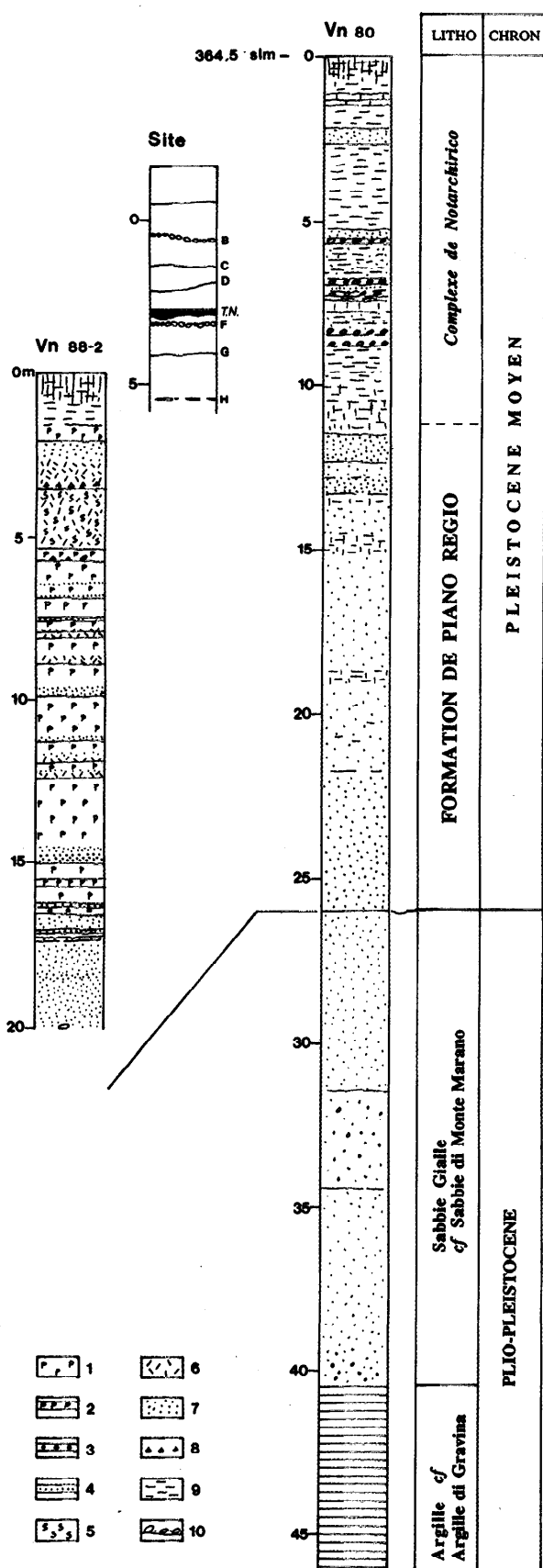


Figure 3 : Notarchirico. Lithostratigraphie. Sondage Vn 88-2 de 1988, fouille et sondage de 1990. 1, coulées pyroclastiques à ponces. 2, retombée plinienne ponceuse. 3, tufs vésiculés. 4, cinérites. 5, retombée scoriacée. 6, base de coulées pyroclastiques à concentration en cristaux libres. 7, sables. 8, cailloutis anguleux. 9, silts. 10, lits de galets.

volcano-sédimentaire reconnue par un sondage carotté (Vn 80), réalisé en 1980 à la cote 364,5 m s.l.m. (Figure 3) ; alors succinctement décrite, cette série puissante de 26,50 m repose en discordance sur des sables jaunes et des argiles grises d'âge Pliocène (Piperno et Segre, 1982 ; Segre et Piperno, 1984 ; Belli *et al.*, 1991).

Un sondage carotté (Vn 88-2) a été réalisé en 1988 dans les dépôts sous-jacents au niveau archéologique le plus ancien (H), à une cinquantaine de mètres de la fouille principale dans la partie nord-occidentale du gisement, à la cote 354,5 m s.l.m (Figure 3). Sans atteindre le substrat Pliocène, il a traversé vingt mètres de dépôts volcano-sédimentaires dans lesquels ont été identifiés les faciès suivants : retombées fines remaniées - elles constituent la partie basale de la carotte (17,30 à 20,00 m) et sont également abondantes à sa partie supérieure (3,40 à 5,35 m) - ; retombées à scories grises et ponces claires (17,10 à 17,15 m et 16,35 à 16,45 m) ; retombée plinienne ponceuse (15,60 à 15,75 m) ; plusieurs niveaux de cinérites minces ; tuf vésiculé (16,55 à 16,65 m) ; coulées pyroclastiques ponceuses, certaines à structure fluidale, et leurs faciès de remaniement : bien identifiées par leur couleur, leur texture et leurs éléments figurés, elles forment l'essentiel des dépôts (Raynal *et al.*, 1999).

Ces faciès, leur association et leur répétition, indiquent sans ambiguïté l'appartenance des dépôts à la Formation de Piano Regio, seconde unité stratigraphique du Bassin de Venosa définie à partir des affleurements du Vallone del Cerro, de la Valle della Spada et du Vallone del Reale (Lefèvre *et al.*, 1999 ; Vernet *et al.*, 1999). Les différents macrofaciès observés, leurs signatures microfaciologiques, géochimiques et minéralogiques et les relations géométriques observées à l'Ouest du bassin, autorisent la mise en corrélation de la Formation de Piano Regio avec les unités volcano-stratigraphiques anciennes identifiées sur le Monte Vulture (La Volpe et Principe, 1989, 1994 ; Laurenzi *et al.*, 1993 ; Brocchini *et al.*, 1994) : Unité de Fara d'Olivo (ignimbrites A et B) datée entre 741 et 674 ka et Unité de Masseria Boccaglie datée entre plus de 660 et 654 ka (Figure 2).

Les dépôts du sondage Vn 88-2 correspondent à la partie inférieure, malheureusement non décrite, de la série volcano-sédimentaire traversée par le sondage de 1980. Aucune discontinuité stratigraphique n'a été cependant notée entre la partie supérieure des dépôts qui contient les niveaux archéologiques et cette série sous-jacente ; en outre, les niveaux interprétés alors comme des calcaires lacustres occupent une position stratigraphique comparable à celle des cinérites blanches de l'unité stratigraphique 2 du site de Notarchirico. Ces corrélations stratigraphiques claires permettent d'affirmer que les dépôts du site de Notarchirico ou Complexe de Notarchirico succèdent en continuité stratigraphique aux faciès classiques de la Formation de Piano Regio reconnus en sondage (Raynal *et al.*, 1999).

### 1.1.2 - Le Téphra de Notarchirico

L'unité stratigraphique 2 des dépôts actuellement visibles dans le Musée de site de Notarchirico débute, au-dessus du niveau F, par des niveaux téphriques - unités 2.1 à 2.5 - (Raynal *et al.*, 1999) (Figure 4). Les strates 2.1 à 2.3 forment un ensemble de 0,20 m d'épaisseur affecté d'importantes déformations : involutions, encapuchonnements et injections du type load structure et ball-and-pillow structure (Reineck et Singh, 1980). La strate 2.4 représente le Téphra de Notarchirico. Lui succèdent des sables volcaniques gris clairs à pyroxènes (téphras remaniés) (unité 2.5) qui portent à leur sommet des galets, ossements et objets lithiques qui composent les niveaux archéologiques E et E1.

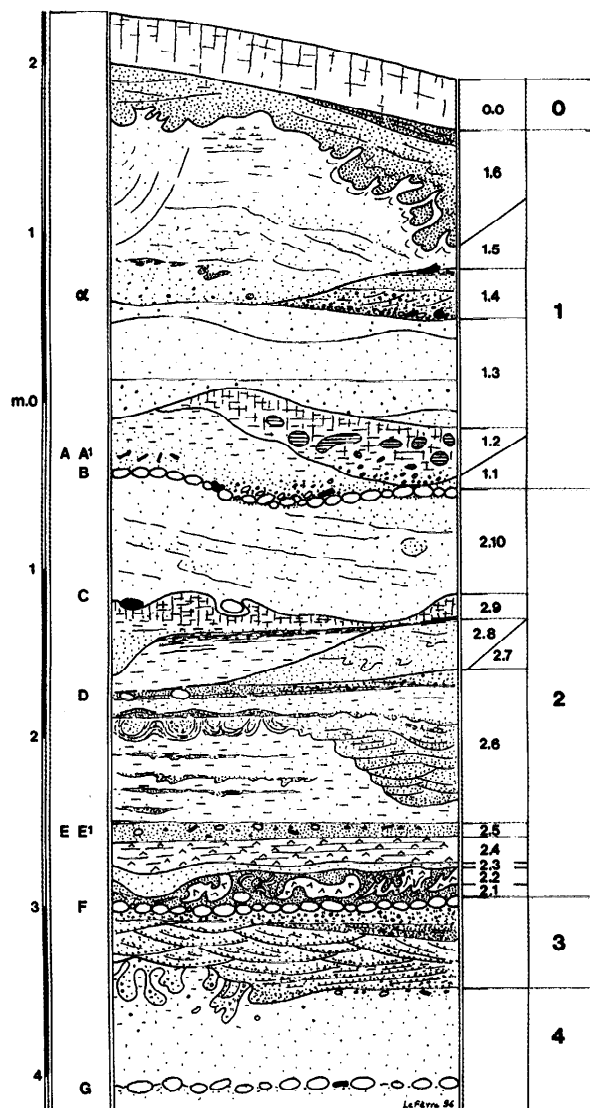


Figure 4 : Notarchirico. Lithostratigraphie des secteurs fouillés.

Macroscopiquement, le Téphra de Notarchirico est une strate de 0,20 m de puissance moyenne, blanche, compacte, au toucher talqueux (Figure 5). En lame mince (échantillons, on observe une accumulation compacte, non litée, d'échardes de verre volcanique non altéré. Ces échardes vitreuses proviennent d'un matériel ponceux brisé par explosion et par friction entre particules. Les fissures sont remplies de micrite. Les minéraux expri-



Figure 5 : Notarchirico. Complexe téphrique 2.1 à 2.4

més sont extrêmement rares et de très petite taille, quelques microns, : biotite, éclats de clinopyroxène vert et minéraux opaques. L'examen au MEB révèle une accumulation de fragments de verre sans matrice interstitielle. Il indique un magma originel relativement visqueux. Le diamètre des vésicules compris entre 10 et 200 microns correspond à une éruption plinienne dont un produit cinéritique distal a été ici enregistré et préservé (Vernet *et al.*, 1999).

La composition chimique a été établie par fluorescence X sur roche totale et microsonde sur roche totale et sur roche totale vitrifiée par fusion (Juvigné, 1993). Les analyses sur roche totale montrent l'altération subie par la téphra postérieurement à son dépôt : enrichissement en alumine et perte en sodium et potassium ; la composition est celle d'une andésite basaltique, incompatible avec les critères microscopiques précédemment évoqués. En revanche, l'analyse sur verre caractérise un trachyte et s'accorde avec les observations en lame mince (Vernet *et al.*, 1999).

L'origine de cette retombée peut être discutée : est-elle un produit du système éruptif du Monte Vulture ou d'une source plus lointaine (Campanie, Latium...) ?

Le Téphra de Notarchirico a une composition proche de produits (laves, ponces...) émis pendant les phases anciennes de l'activité du Vulture enregistrées dans les unités volcanostratigraphiques de Fara d'Olivo et Masseria Boccaglie (Figure 6). Sa composition est voisine de plusieurs cinérites identifiées dans la Formation de Piano Regio, mise en corrélation avec ces mêmes unités. Dans le bassin d'Atella localisé au sud du Vulture, des cinérites de composition analogue sont présentes sous les niveaux acheuléens du gisement du Cimetière d'Atella dans une série volcano-sédimentaire globalement rapportée aux phases anciennes d'activité du Vulture (Borzatti von Löwenstern *et al.*, 1990 ; Borzatti von Löwenstern & Sozzi, 1994 ; Borzatti von Löwenstern *et al.*, 1996) ; leur composition chimique, établie sur roche totale d'après nos échantillons, confirme cette hypothèse.

Le Téphra de Notarchirico présente également une composition analogue à celle du Marqueur M8 (Figure 6), téphra d'origine exotique identifié à la partie supérieure de l'Unité volcanostratigraphique de Masseria Boccaglie et daté à  $654 \pm 11$  Ka (La Volpe & Principe, 1989, 1994 ; Laurenzi *et al.*, 1993 ; Brocchini *et al.*, 1994).

Ainsi, que son origine soit locale - produit distal de l'Unité de Masseria Boccaglie - ou exotique - équivalent latéral du Marqueur M8 -, les différentes hypothèses conduisent à une mise en corrélation du Téphra de Notarchirico avec des faciès de l'Unité de Masseria Boccaglie. Cette interprétation est en accord avec la position stratigraphique qu'il occupe au sommet d'une série volcano-sédimentaire rapportée à la Formation de Piano Regio mise en corrélation avec l'Unité de Masseria Boccaglie.

### 1.1.3 - L'âge du gisement de Notarchirico

La mise en corrélation du Téphra de Notarchirico avec d'autres cinérites de composition chimique identique datées autour de 650 Ka, est en excellent accord avec la date TL de  $640 \pm 40$  ka (Pilleyre *et al.*, 1991, 1999) obtenue sur des quartz du dépôt téphrique immédiatement sous-jacent (unité 2.1 du site). Elle conforte ainsi l'estimation la plus haute des datations obtenues sur les dépôts du site, datation qui était objet de discussion dans la mesure où il existe une appréciable différence entre cette esti-

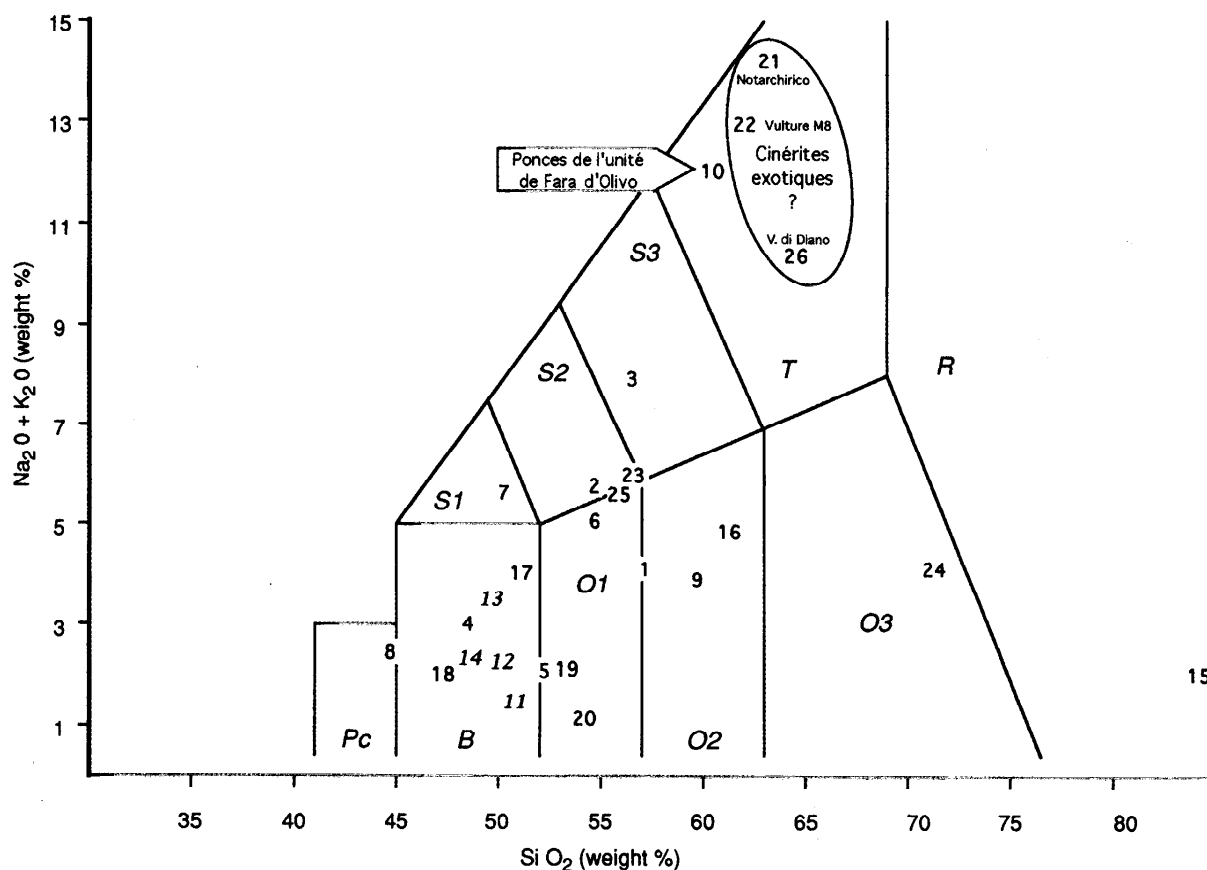


Figure 6 : Composition géochimique des différents téphras du bassin de Vénosa

mation haute et les résultats de la plupart des méthodes de datation appliquées à différents échantillons du site et qui proposent des âges le plus souvent compris entre 350 et 200 Ka (Piperno *et al.*, 1990 ; Belli *et al.*, 1991 ; Lefèvre *et al.*, 1993 ; Raynal *et al.*, 1998 ; Pilleyre *et al.*, 1999 ; Rhodes et Grün, 1999). Elle entre cependant dans la fourchette la plus large des estimations par RPE (Rhodes et Grün, 1999). Si l'on veut bien considérer la nature des dépôts du site, l'histoire complexe du drainage du bassin depuis le Pléistocène moyen ancien et par conséquent les multiples scénarios susceptibles d'avoir commandé départ(s) et/ou arrivée(s) des éléments radioactifs sur lesquels se fondent ces différentes méthodes ces différences d'estimation ne sont pas surprenantes. Cette nécessaire discussion sur la signification des données géochronologiques est loin d'être un cas isolé comme en témoigne l'abondante littérature consacrée à l'âge supposé des gisements anciens européens et les multiples changements d'opinions à leur égard selon l'approche disciplinaire privilégiée et les développements successifs des différentes méthodes de datation mises en oeuvre. Cet exemple met clairement en évidence l'éventail des biais interprétatifs et des pièges à éviter lors de l'étude de sites anciens dans des environnements à commandes complexes. Pour nous, il est clair qu'ici - comme ailleurs - ce sont les arguments lithostratigraphique et téphrostratigraphiques qui doivent primer.

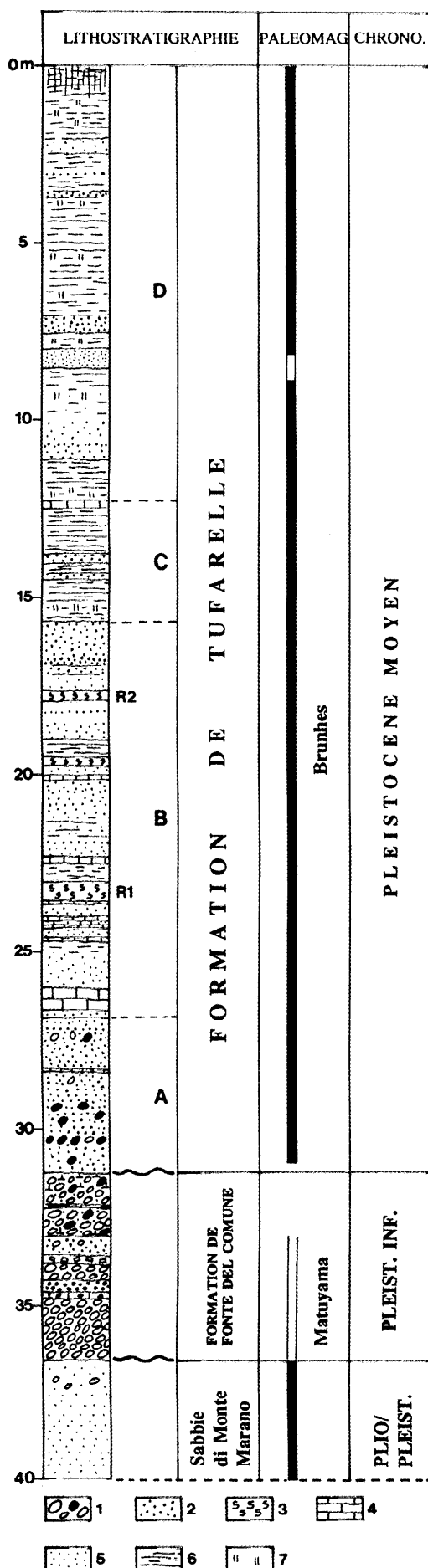
Les corrélations téphrostratigraphiques et les datations sont confortées par les conclusions des études paléontologiques. L'assemblage faunique, en particulier dans les niveaux supérieurs du gisement, est dominé par *Elephas antiquus*, *Dama clactoniana*, *Sus scrofa* ou *Bos primigenius*. A côté de ces espèces à large répartition stratigraphique, la présence de *Bison schoetensacki* et de *Cervus elaphus eostephanoceros* permet de

rapporter cette association au Pléistocène moyen ancien - Faunes du Galérien moyen à supérieur - (Cassoli *et al.*, 1999). La présence de *Microtus arvalis* et d'*Arvicola cantianus* à côté de *Pliomys episcopalpis*, *Microtus terricola* et *Chionomys nivalis* place l'association faunique de micromammifères dans le Pléistocène moyen ancien, le stade évolutif d'*Arvicola cantianus* indiquant vraisemblablement une phase un peu plus récente que celle de l'association faunique d'Isernia la Pineta (Sala, 1999).

Les interruptions de sédimentation matérialisées par les pavages de galets, en particulier la paléo-surface B, et apparemment confortées par la dispersion des dates RPE en deux groupes, n'autorisent cependant pas à diviser le remplissage en deux unités très éloignées dans le temps. Les critères lithostratigraphiques et volcanologiques évoqués s'y opposent. La présence de *Microtus arvalis* dans toute la série stratigraphique du site conforte l'hypothèse d'une mise en place de l'ensemble des dépôts dans un laps de temps relativement court.

L'ensemble des données litho-téphrostratigraphiques, géochronologiques et biochronologiques sont en accord pour proposer un âge Pléistocène moyen ancien, vers 650 ka pour le site de Notarchirico. Le Téphra de Notarchirico, daté vers 640 ± 40 ka, seule retombée directe identifiée et datée avec certitude dans un site archéologique en Italie méridionale, est un géomarqueur de première importance des premiers peuplements d'Italie méridionale. L'âge du site de Notarchirico est ainsi proche de celui d'Isernia, aujourd'hui ramené en-deça de la limite Brunhes-Matuyama, en particulier sur des critères micropaléontologiques (Sala, 1999 ; Koenigswald v. et Kolfshoten v., 1996).





### 1.2- Le site de Loreto

Les niveaux fossilifères du site de Loreto appartiennent à une succession de dépôts antérieurement décrite par Baïssas (1980) qui a été caractérisée à l’affleurement et dans le sondage carotté Vn 88-1 réalisé en 1988 à partir du sommet de la colline de Loreto (Figure 7) (Lefèvre *et al.*, 1999).

Les conglomérats de base appartiennent à la Formation de Fonte del Comune, unité stratigraphique la plus ancienne du remplissage du bassin.

Les dépôts qui les recouvrent appartiennent sans ambiguïté à la Formation de Tufarelle, définie à partir des nombreux affleurements naturels qui forment les corniches des versants de la vallée de la Fiumara di Venosa ou en carrière (Lefèvre *et al.*, 1994, 1999).

Les blocs isolés de trachy-phonolites présents dans les dépôts du Membre A de la Formation de Tufarelle mis en place par des écoulements hyper-concentrés de type lahar sensu lato sont de composition analogue aux laves rapportées à la phase d’activité ayant conduit à la mise en place du dôme du Toppo San Paolo près de Melfi datée de 646 ka (La Volpe et Principe, 1994). La présence de fragments remaniés de coulées pyroclatiques de la Formation de Piano Regio et d’ignimbrites de l’Unità di Fara d’Olivo montre clairement que la Formation de Tufarelle est plus récente que celle de Piano Regio.

Les caractères téphrologiques des retombées scoriacées grises, en particulier les retombées repères R1 et R2 retrouvées sous les niveaux archéologiques de Loreto, et des épicastites (Vernet *et al.*, 1999) qui caractérisent le Membre B de la Formation de Tufarelle autorisent une mise en corrélation avec les produits des unités volcano-stratigraphiques récentes de Rionero-Barile et Vulture-San Michele identifiées sur le Vulture et datées entre 630 et 600 ka environ, voire pour les épicastites du Membre C avec celles des unités de Casa Lopes/Masseria Granata datées vers 484 ka (Figure 2) (La Volpe et Principe, 1989, 1994 ; Laurenzi *et al.*, 1993 ; Brocchini *et al.*, 1994).

Les données paléomagnétiques produites pour le site de Loreto (Baïssas, 1980 ; Gagnepain, 1996) ont été réinterprétées dans le cadre de la succession lithostratigraphique mise en évidence dans le bassin (Lefèvre *et al.*, 1999). La limite Brunhes/Matuyama qui avait été reconnue et utilisée pour dater les dépôts de Loreto à la limite Pléistocène inférieur/Pléistocène moyen, correspond en réalité à la discontinuité/discordance stratigraphique qui existe entre les conglomérats de la Formation de Fonte del Comune du Pléistocène inférieur final et les dépôts de base de la Formation de Tufarelle. Entre ces deux formations s’intercale la mise en place de la Formation de Piano Regio, comme en témoignent les dépôts relevés sur d’autres affleurements dans le bassin. En conséquence, la Formation de Tufarelle, qui débute dans le sondage de Loreto à 31,20 m par ses faciès classiques de base, est entièrement comprise dans la Chronozone de polarité normale de Brunhes.

Les indications biochronologiques qui proviennent essentiellement des faunes récoltées dans le niveau A du site de Loreto, à la

Figure 7 (ci-contre) : Formation de Tufarelle. Sondage carotté Vn 88-1 de Loreto (levé des auteurs). Lithostratigraphie. 1, conglomérat. 2, sables, épicastites. 3, scories. 4, bancs calcaires. 5, cinerites. 6, silts. 7, concrétions, nodules. Paléomagnétisme d’après Gagnepain (1996).

Les indications biochronologiques qui proviennent essentiellement des faunes récoltées dans le niveau A du site de Loreto, à la base du Membre C de la Formation de Tufarelle, indiquent dans l'ensemble un âge Pléistocène moyen ancien : association d'espèces villafranchiennes et pléistocènes dont certaines disparaissent précocement, d'âge "Günz-Mindel" à début "Mindel" (Bonifay 1977 ; Caloi et Palombo 1979a et b, 1980), faune à "cachet cromérien" (Angelelli *et al.*, 1978), association d'équidés du début du Pléistocène moyen (Alberdi *et al.*, 1988).

### 1.3 - La place des gisements de Notarchirico et de Loreto et l'âge des premiers peuplements en Italie méridionale

Les gisements préhistoriques de Venosa occupent désormais des positions bien définies dans un cadre lithostratigraphique étayé par les corrélations téphro-stratigraphiques avec les unités

volcano-stratigraphiques du Vulture : le site de Loreto appartient au Membre C de la Formation de Tufarelle, unité la plus récente du remplissage du bassin, alors que le site de Notarchirico occupe une position stratigraphique plus ancienne, au toit de la Formation de Piano Regio (Figure 8). Cette disposition relative des deux gisements, inverse de celle qui était antérieurement admise, est donc un apport nouveau et essentiel pour la Préhistoire du bassin de Venosa dont les conséquences dépassent le cadre local (Piperno *et al.*, 1998, 1999). Toutefois il convient de garder à l'esprit le fait que la mise en place des dépôts qui constituent l'essentiel des Formations de Piano Regio et de Tufarelle est rapide en relation avec les phases majeures de l'activité volcanique du Vulture dont la durée est relativement brève, comprise entre 740 et 560 Ka. La distance chronologique entre les sites de Notarchirico au toit de la Formation de Piano Regio et de Loreto au sein de la Formation de Tufarelle est vraisemblablement encore plus courte. Le téphra de Notarchirico, mis en

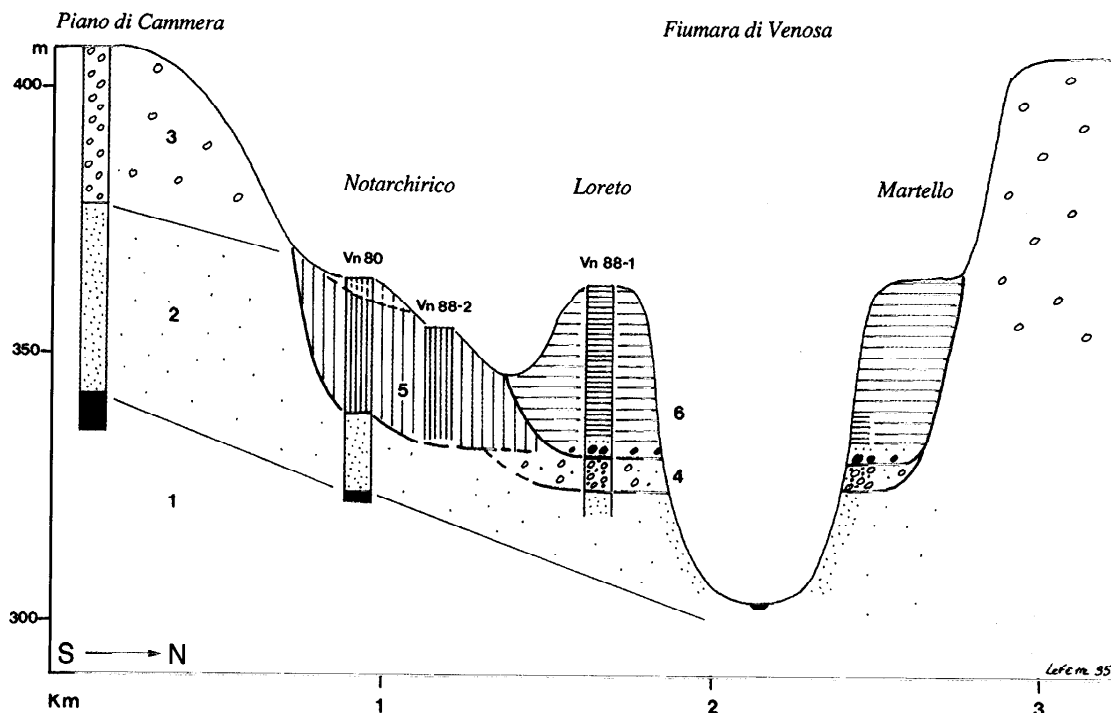


Figure 8 : Relations stratigraphiques entre formations dans les secteurs de Notarchirico-Loreto. 1, argiles bleues. 2, sables jaunes. 3, conglomérato d'Irsina. 4, Formation de Fonte del Comune. 5, Formation de Piano Regio. 6, Formation de Tufarelle. La coupe est orientée Sud-Nord.

corrélation avec d'autres cinérites datées de composition chimique identique, conforte l'estimation la plus haute des datations obtenues sur les dépôts de Notarchirico qui situe les niveaux archéologiques de ce site dans le Pléistocène moyen ancien vers  $640 \pm 40$  ka.

## 2 - Volcanisme, dynamiques environnementales et occupations humaines

### 2.1 - Dynamiques éruptives dans la Formation de Piano Regio

Les manifestations explosives violentes du Vulture enregistrées dans la Formation de Piano Regio se sont traduites par l'émission de pyroclastites - retombées pliniennes, dépôts de déferlantes à tufs vésiculés et lapilli accréionnés et coulées pyroclastiques - conservées en position primaire jusqu'au cœur

du bassin, à plus de vingt kilomètres du point éruptif. Des retombées poncées ont largement recouvert le bassin de Venosa à plusieurs reprises au cours de l'activité ancienne du Vulture. La puissance minimum de ces recouvrements est de 0,1 à 0,3 m. Bien identifiées par leur couleur claire et leur épaisseur constante, elles forment d'excellents niveaux repères caractéristiques de la Formation de Piano Regio. Ces retombées résultent d'éruptions pliniennes du monte Vulture, les dimensions des plus gros fragments poncés et lithiques notées sur les affleurements sont en effet de l'ordre de celles connues pour des éruptions pliniennes (Cas et Wright, 1992). Les panaches des colonnes éruptives atteignaient sans doute des hauteurs de 20 à 30 km ; la hauteur de leur partie basale en régime forcé d'expulsion des gaz devait être de l'ordre de 3 à 5 km ; leur effondrement partiel et des épisodes phréatomagmatiques ont initié des coulées pyroclastiques.

Les lapilli accréionnés (Moore & Peck, 1962), généralement formés dans les colonnes éruptives des éruptions phréatomagmatiques, sont également connus dans les déferlantes et les coulées pyroclastiques (Walker, 1971 ; Fisher et

lantes (Lorenz, 1974). Lapilli accrétonnés in situ des surges ou co-surges et tufs vésiculés sont donc de bons indicateurs de température de formation et de dynamisme de mise en place. Ils indiquent sans ambiguïté que des produits pyroclastiques en suspension dans des souffles gazeux de température bien supérieure à 100°C se sont mis en place à plus de 18 km du centre éruptif. Des exemples historiques ont montré, pour des distances similaires, des vitesses de déplacement de 30 à 60 ms<sup>-1</sup> (Moore & Melson, 1969 ; Davies *et al.*, 1978) mais elles peuvent avoir été beaucoup plus élevées (Sparks *et al.*, 1978).

Observables à l'affleurement comme en sondage, de nombreuses coulées pyroclastiques, précédées ou non de déferlantes, donnent aujourd'hui à la Formation de Piano Regio son aspect caractéristique. Ces coulées pyroclastiques à ponces (déferlantes, coulées, nuées cendreuses) en suspension dans des souffles gazeux à haute température et se déplaçant à des vitesses élevées ont à plusieurs reprises atteint le cœur du bassin. Ces ignimbrites et co-ignimbrites ont ennoyé toute la partie ouest du bassin, et atteint l'emplacement du site acheuléen de Notarchirico comme l'atteste les faciès de la carotte Vn 88-2 extraite près du gisement de Notarchirico.

## 2.2 - Dynamiques environnementales à commande volcanique à Notarchirico

Les dépôts visibles à l'affleurement dans le Musée de site de Notarchirico au toit de la Formation de Piano Regio correspondent sans doute à un bilan d'accumulation relativement bref, dans une structure d'accueil fluviale, sous contrôle volcano-sismique (Raynal *et al.*, 1999).

L'unité stratigraphique 2 traduit, pour l'essentiel, une accumulation en ambiance biostatique interrompue par des crises rehexistatiques locales à commande volcanique.

Les différents faciès rencontrés correspondent pour l'essentiel, à des remplissages de paléo-chenaux peu creusés sous l'action de courants de faible énergie. Les directions d'écoulement sont difficiles à établir à partir d'affleurements aussi réduits. De plus, l'activité tectonique attestée depuis le Pléistocène inférieur a pu modifier les pentes originelles des dépôts.

Les rythmes d'accumulation sont largement dépendants des émissions de téphras produits par le Vulture. Les téphras sont le plus souvent remaniés, mais des apports volcaniques frais sont notés jusqu'au sommet de la séquence étudiée qui est donc, dans son ensemble, contemporaine de l'activité éruptive régionale. Le complexe téphrique 2.1 à 2.4 comporte des cinérites en position primaire déposées dans un environnement d'eau stagnante. Les éléments fins sont hérités des faciès d'altération des matériaux téphriques. Aucun paléosol n'interrompt cette aggradation, mais on observe dans l'unité 2 des faciès de fin de séquences sédimentaires avec développement de structure polyédrique et primatique, bioturbations et carbonatations. Certaines faciès (cinérites des unités 2.1 à 2.3, dépôts fins et lités de fin de séquence de l'unité 2.6) sont affectés de nombreuses déformations décimétriques du type convolute bedding (Reineck et Singh, 1980). L'interprétation de ces déformations fait généralement appel à phénomènes de liquéfaction différentielle (Williams, 1960), de charge différentielle (Mc Kee et Goldberg, 1969) ou encore de vibrations ou d'ondes de choc (Kuenen, 1965). Dans le contexte régional, nous privilégierions volontiers l'hypothèse de secousses sismiques pour expliquer ces structures en ball-and-pillow.

Les niveaux à galets sont le résultat de processus de déstabilisation des versants qui interviennent systématiquement après des arrivées massives de téphras et déclenchent des apports latéraux par des dynamiques qui restent à préciser (flots de débris, laves torrentielles ?). Ces apports subissent un lavage entraînant une résidualisation par éluviation et concentration relative des éléments grossiers qui aboutit dans certains cas à une disposition jointive en "pavage" (paléo-surfaces B et F par exemple). Ces pavages sont donc des surfaces polygéniques à valeur de diasthème dont la signification en terme de durée reste difficile à évaluer.

Dans l'unité 1 en revanche, les dynamiques sédimentaires enregistrées peuvent être des variations de la commande climatique également attestées par la palynologie (Cattani, 1996) : les apports en masse de l'unité 1.2 (et probablement 1.1) sont intervenus en ambiance fraîche et humide et la nette signature éolienne dans les dépôts de l'unité 1.5 va de pair avec une raréfaction du couvert arboréen.

## 2.3 - Impacts environnementaux du volcanisme et occupations humaines

Les dépôts du Bassin de Venosa ont enregistré les effets directs des éruptions pliniennes du Monte Vulture qui ont induit des modifications brutales des environnements. Les retombées poncuses ont sans doute atteint des épaisseurs propres à provoquer la destruction durable des couverts herbacés. Des coulées pyroclastiques ont dévalé jusqu'au centre du bassin à des températures et des vitesses élevées. De vastes superficies ont ainsi été dévastées puis scellées sous un manteau de téphras consolidées. Les différentes occupations humaines du site de Notarchirico sont intervenues immédiatement après ces éruptions violentes répétitives, dans un contexte d'activité éruptive régionale persistante comme l'attestent les caractéristiques des différents dépôts. On peut alors se demander dans quelle mesure l'occupation de territoires dévastés pouvait entre autres reposer sur la collecte de ressources exceptionnelles carnées et générer une activité de charognage/boucherie des carcasses de grands mammifères, éléphants en particulier.

Les observations actuelles montrent que les éruptions volcaniques sont des événements très brefs. Il n'est donc pas interdit de penser que les sites du bassin de Venosa et celui de Notarchirico en particulier, constituent un exemple exceptionnel d'enregistrements de courtes durées, révélateurs de comportements adaptatifs des populations humaines mais aussi animales aux stress occasionnés par les éruptions volcaniques. La succession d'assemblages lithiques avec ou sans bifaces dans le site de Notarchirico ou les différences entre les assemblages de Notarchirico et de Loreto, sont peut être à interpréter en termes de réponses adaptatives à des modifications environnementales brutales mais locales liées au volcanisme. Il en est peut être de même pour tenter de comprendre la signification des différences relevées la composition des associations fauniques de Notarchirico et de Loreto.

L'approche litho-téphrostratigraphique et la caractérisation des dynamiques éruptives et environnementales apportent de nouveaux éléments de discussion en ce qui concerne l'âge des gisements, la variabilité et la succession des assemblages fauniques et lithiques de cette région d'Italie méridionale dans la perspective d'une meilleure connaissance des premiers peuplements européens.

## Références

- ALBERDI M.T., CALOI L., PALOMBO M.R., 1988 - The quaternary fauna of Venosa: Equids. *Bull. Mus. Anthrop. Préhist. Monaco*, 31, 5-39.
- ANGELELLI F., CALOI L., MALATESTA A., PALOMBO M.R., 1978 - Fauna quaternaria di Venosa: cenni preliminari. *Atti XX Riun. Sc. Ist. It. Preist. Protost.*, Firenze, 133-140.
- BAISSAS P., 1980 - Données paléomagnétiques et sédimentologiques sur les dépôts de la coupe de Loreto, Venosa. *Bull. Mus. Anthrop. Préhist. Monaco*, 24, 13-56.
- BARRAL L. & SIMONE S., 1983 - Le bassin fluvio-lacustre de Venosa. *Bull. Musée Anthrop. Préhist. de Monaco*, 27, 5-19.
- BARRAL L., SIMONE S., 1984 - Venosa-Loreto, Basilicata, in *Catalogo I primi abitanti d'Europa*, Museo Nazionale Preistorico Etnografico L. Pigorini, De Luca ed., 181-186.
- BELLI G., BELLUOMINI G., CASSOLI P.F., CECCHI S., CUCARZI M., DELITALA L., FORNACIARI G., MALLEGGI F., PIPERNO M., SEGRE A.G. & SEGRE-NALDINI E., 1991 - Découverte d'un fémur humain acheuléen à Notarchirico (Venosa, Basilicata). *L'Anthropologie* (Paris), t. 95, 1, 47-88.
- BLANC A.C., 1953 - Venosa, gisement à industrie tayacienne et mi-coquienne de Loreto. IV Congr. Intern. INQUA, *Livret guide*, 63-68.
- BONADONNA F.P., BROCCCHINI D., LAURENZI M.A., PRINCIPE C., FERRARA G., 1993 - Mt. Vulture Volcano Chronostratigraphy and Paleogeographic Implications. *Symposium INQUA*, Quaternary stratigraphy in volcanic areas, Roma, Abstracts, 13.
- BONIFAY M.F., 1977 - Liste préliminaire de la grande faune du gisement pré-historique de Venosa (Basilicata, Italie) : fouilles 1974-76. *Bull. Musée Anthrop. Préhist. de Monaco*, 21, 116-125.
- BORZATTI VON LÖWENSTEIN E., SOZZI M., VANNUCCI S., VIANELLO F., 1990 - L'Acheuleano del Cimitero di Atella (Potenza). Prime indagini sulla stratigrafia del sedimento e sulle industrie litiche. *Studi per l'Ecologia del Quaternario*, 12, 9-30.
- BORZATTI VON LÖWENSTEIN E. et SOZZI M., 1994 - Prime ipotesi paleogeografiche sul sito acheuleano del Cimitero di Atella. *Studi per l'Ecologia del Quaternario*, 16, 7-12.
- BORZATTI VON LÖWENSTEIN E., FABIANO M., SECCI MORI M., SOZZI M., 1996 - Paleoenvironmental investigation on the acheulean site at the Cimitero di Atella (Potenza, Southern Italy). The Workshops and the Posters of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì (Italia), Abstracts, 2, 256.
- BROCCCHINI D., LA VOLPE L., LAURENZI M.A., PRINCIPE C., 1994 - Storia evolutiva del Monte Vulture. *Plinius*, 12, 22-25.
- CALOI L., PALOMBO M.R., 1979 a - La fauna quaternaria di Venosa: Canis sp. *Quaternaria*, 21, 115-128.
- CALOI L., PALOMBO M.R., 1979 b - Megaceros solihacus ROBERT da Terranera (Bacino di Venosa, Potenza). *Quaternaria*, 21, 129-138.
- CALOI L., PALOMBO M.R., 1980 - La fauna quaternaria di Venosa: Bovidi. *Boll. Soc. Geol. It.*, 100, 101-140.
- CAS R.A.F. & WRIGHT J.V., 1992 - *Volcanic successions. Modern and ancient*. Chapman & Hall, London, 528 p.
- CASSOLI P.F., DI STEFANO G., TAGLIACOZZO A., 1999 - I Vertebrati dei livelli superiori A ed Alfa della serie stratigrafica di Notarchirico. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 361-438.
- CATTANI L., 1996 - La ricostruzione dell'ambiente preistorico attraverso lo studio dei pollini. In *Notarchirico, 500 000 anni fa*, ss la dir. De M. Piperno, Ed. Osanna, Venosa, 14.
- CHIAPPELLA G., 1964 - Il Paleolitico inferiore di Venosa. *Bull. Palet. It.*, 73, 7-23.
- DAVIES D.K., QUEARRY M.W. & BONIS S.B., 1978 - Glowing avalanches from the 1974 eruption of volcano Fuego, Guatemala. 89, 369-384.
- DE LORENZO G., 1898 - I grandi laghi pleistocenici delle falde del Vulture. *Rend. Accad. Lincei*, Cl. Sc. Fis., 5, 7.
- FISCHER R.V. et SCHMINCKE H.U., 1984 - *Pyroclastic Rocks*. Springer-Verlag, Berlin, 472 p.
- GAGNEPAIN J., 1996 - *Etude magnétostratigraphique de sites du Pléistocène inférieur et moyen des Alpes-Maritimes et d'Italie: grotte du Vallonet, Marina Airport, Ca'Belvedere di Monte Poggiolo, Isermia La Pineta, Venosa Loreto*. Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 3 vol.
- JUVIGNE E., 1993 - Contribution à la téphrostratigraphie du Quaternaire et son application à la Géomorphologie. *Mémoire pour servir à l'Explication des cartes géologiques et Minières de la Belgique*, n° 36, 66p.
- KOENIGSWALD W. von & KOLFSCHOTEN T. van, 1996 - The Mimomys-Arvicola boundary and the enamel thickness quotient (SDQ) of Arvicola as stratigraphic markers in the Middle Pleistocene. in Turner (ed) *The early Middle Pleistocene in Europe*, Balkema, Rotterdam, p. 211-226.
- KUENEN Ph. H. (1965) - Value of experiments in geology. *Geologie en Mijnbouw*, 44, 22-36.
- LAURENZI M.A., BROCCCHINI D., PRINCIPE C., FERRARA G., 1993 - Mt. Vulture volcano chronostratigraphy and the effectiveness of dating young phlogopites. comm. orale EUG VII, Strasbourg.
- LA VOLPE L., PRINCIPE C., 1989 - Stratigrafia e storia eruttiva del Monte Vulture: revisione e aggiornamenti. *Boll. Gruppo Nazionale per la Vulcanologia*, 2, 889-902.
- LA VOLPE L. & PRINCIPE C., 1994 - Il Monte Vulture. in *Geologia delle aree di avampaeese*. Società Geologica Italiana 77a Riunione Estiva - Congresso Nazionale. *Guida alla escursione generale pregressuale e alla escursione tematica sul Cretaceo murciano*, 41-55.
- LEFEVRE D., RAYNAL J.P., PILLEYRE T., VERNET G. (1993) - Contribution à la chronostratigraphie de la série de Venosa-Notarchirico (Basilicata). in *Atti Della XXX Riunione Scientifica, Paleosuperfici del Pleistocene e del Primo Olocene in Italia*. Processi di Formazione e Interpretazione. *Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria*, Firenze, p. 117-128.
- LEFEVRE D., RAYNAL J.P., VERNET G., PILLEYRE Th, PIPERNO M., SANZELLE S., FAIN S., MIALLIER D., MONTRET M., 1994 - Sédimentation, volcanisme et présence humaine dans le bassin de Venosa (Basilicata, Italie) au Pléistocène moyen: exemple du site de Notarchirico, *Bulletin de la Société Préhistorique française*, 91, 2, 103-112.
- LEFEVRE D., RAYNAL J.P., VERNET G., 1999 - Un bassin, un volcan : Enregistrements pléistocènes dans le bassin de Venosa. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 139-173.
- LEFEVRE D. et RAYNAL J.P., 1999 - Etudes géologiques à Notarchirico et dans le bassin de Venosa : premier bilan et perspectives. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 253-256.
- LEFEVRE D., RAYNAL J.P., VERNET G., KIEFFER G., PIPERNO M., TAGLIACOZZO A., 2001 - Hommes et volcans au Pléistocène moyen dans le bassin de Venosa (Basilicata, Italie). In *Téphras, chronology, archéology*, ss la dir. de E. Juvigné et JP Raynal, Les dossiers de l'Archéo-Logis n°1, CDERAD éd., 175-182
- Mc KEE E.D., GOLDBERG M., 1969 - Experiments on formation of contorted structures in mud. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 80, 231-244.
- MOORE J.G. & MELSON W.G., 1969 - Nuées ardentes of the 1968 eruption of Mayon Volcano, Philippines. *Bulletin of Volcanology*, 33, 600-620.
- MOORE J.G. & PECK D.L., 1962 - Accretionary lapilli in volcanic rocks of the Western United States. *Journal of Geology*, 70, 182-193.
- PICARRETA G. & RICCHETTI G., 1970 - I depositi del bacino fluvio-lacustre della fiumara di Venosa Mattinella e del torrente Basentello. *Studio petro-graphico. Mem. Soc. Geol. It.*, 9, 121-134.
- PILLEYRE T., 1991 - *Datation par thermoluminescence. Application à la chronologie des retombées volcaniques*. Thèse de l'Université de Clermont II, DU 345, 164 p.
- PILLEYRE Th, SANZELLE S., FAIN S., MIALLIER D., MONTRET M., 1999 - Essai de datation par thermoluminescence des dépôts du site acheuléen de Notarchirico. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 235-243.
- PIPERNO M. (ed.), 1999 - *Notarchirico : un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa*. Ed. Osanna, Venosa, 621 p.
- PIPERNO M. & SEGRE A.G., 1982 - Pleistocene e Paleolitico inferiore di Venosa, nuove ricerche. *Atti XXIII Riun. Sc. Ist. It. Preist. Protost.*, Firenze, 589-596.
- PIPERNO M., MALLEGGI F., YOKOYAMA Y., 1990 - Découverte d'un fémur humain dans les niveaux acheuléens de Notarchirico (Venosa-Basilicata), *C.R. Acad. Sc. Paris, série II*, 1097-1102.
- PIPERNO M., LEFEVRE D., RAYNAL J.P., TAGLIACOZZO A., 1998 - Notarchirico, an Early Middle Pleistocene Site in the Venosa Basin. *Anthropologie*, XXXVII 1-2, 85-90.
- PIPERNO M., LEFEVRE D., RAYNAL J.P., TAGLIACOZZO A., 1999 - Conclusioni generali. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 537-543.
- RAYNAL J.P., LEFEVRE D., VERNET G., PILLEYRE T., SANZELLE S., FAIN J., MIALLIER D., MONTRET M., 1998 - Sedimentary dynamics and tecto-volcanism in the Venosa Basin (Basilicata, Italia). *Quaternary International*, vol. 47/48, 97-105.
- RAYNAL J.P., LEFEVRE D., VERNET G., avec la coll. de G. PAPY, 1999 - Un bassin, un volcan : lithostratigraphie du site acheuléen de Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italia). In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 175-205.
- REINECK H.E., SINGH I.B., 1980 - *Depositional Sedimentary Environments*. Springer Verlag Ed., Berlin, 551 p.
- RHODES E.J., GRÜN R., 1999 - Preliminary ESR dates for tooth enamel from Notarchirico. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 245-251.
- SALA B., 1999 - Nuovi dati sulla microteriofauna di Notarchirico. In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 439-441.

- SEGRE A.G., 1978 - Il Pleistocene e il Paleolitico della Basilicata; *Atti XX Riun. Sc. Ist. It. Preist. Protost.*, Firenze, 15-39.
- SEGRE A.G., PIPERNO M., 1984 - Venosa-Notarchirico, Basilicata, in *Catalogo I primi abitanti d'Europa*, Museo Nazionale Preistorico Etnografico L. Pigorini, De Luca ed., 186-188.
- SPARKS R.S.J., WILSON L., HULME G., 1978 - Theoretical modelling of the generation, movement and emplacement of pyroclastic flows by column collapse. *J. Geophys. Res.*, 83, 1727-39.
- VERNET G., RAYNAL J.P., LEFEVRE D., KIEFFER G., 1999 - Un bassin, un volcan : téphras distales dans les dépôts du Pléistocène moyen de Venosa (Basilicata, Italia). In : *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)*. Ed. Osanna, Venosa, 207-233.
- WALKER G.P.L., 1971 - Grainsize characteristics of pyroclastic deposits. *Journal of Geology*, 79, 696-714.
- WILLIAMS E., 1960 - Intrastratal flow and convolute folding. *Geol. Mag.*, 97, 208-214.